

TiAlN 硬质薄膜的制备工艺及结构性能研究进展*

徐照英, 张腾飞, 王锦标, 陈巧旺

(重庆文理学院材料科学与工程学院, 重庆 402160)

摘 要: 硬质 TiAlN 薄膜作为最有前途的 TiN 薄膜替代材料, 具有比 TiN 薄膜更高的硬度、低摩擦因数、良好的高温稳定性和耐腐蚀性等优异性能, 在石油、刀具、模具、电力、航空发动机等领域得到广泛应用。本文综述了 TiAlN 薄膜近年来国内外的应用及发展情况, 着重阐述了 TiAlN 薄膜的制备方法, 以及工艺参数对 TiAlN 薄膜性能的影响。同时对 TiAlN 硬质涂层的结构和性能进行了全面介绍, 指出了 TiAlN 硬质薄膜性能优化的方法, 并对 TiAlN 硬质薄膜的研究以及应用方向进行了展望。TiAlN 硬质薄膜会随着科研人员的进一步深入研究以及应用的需求向复合化、多元化、纳米多层结构方向发展。

关 键 词: TiAlN 薄膜; 制备方法; 结构; 性能

中图分类号: TG115.58; TB43

文献标识码: A

文章编号: 1002-0322(2024)02-0029-08

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2024.02.05

Research Progress in Preparation Process and Structure Properties of TiAlN Films

XU Zhao-ying, ZHANG Teng-fei, WANG Jin-biao, CHEN Qiao-wang

(School of Materials Science and Engineering, Chongqing University of Arts and Sciences,
Chongqing 402160, China)

Abstract: As the most promising TiN film substitute material, TiAlN film has excellent properties such as high hardness, low friction coefficient, good high temperature stability and corrosion resistance. The TiAlN hard films are widely used in the fields petroleum, tools, molds, electric power and aircraft engines. The current application and research progress of domestic and foreign TiAlN films, the preparation methods, and the effects of process parameters on structure and properties of TiAlN films are summarized. The performance of TiAlN film is comprehensively introduced, the method to optimize the performance of TiAlN film is pointed out, and the research and application direction of TiAlN films are prospected. The TiAlN film will develop towards the multiple composite, multilayer structure, and nano multi-layer structure with the further research and the demand of application.

Key words: TiAlN film; preparation; structure; property

材料是人类社会文明的重要支柱, 工业、制造加工业以及航空航天等领域的发展对材料有着重要的依赖性^[1]。薄膜材料与薄膜技术在中国高新科技工业中有着重要地位, 近 20 年间, 中国薄膜科技和材料快速发展, 各种全新的薄膜材料大量出现, 包括介质膜材、半导体膜材、光电导体材料, 以及以氮化物薄膜为代表的超硬薄膜等^[2]。单独的零件在复杂的工业环境下工作时, 表面会出现磨损和腐蚀等问题, 使用寿命大大降

低, 而且加工的产品质量也得不到保障。最早使用的涂层包括 TiN、TiC 和 TiCN 膜等, 不过这类薄膜都存在耐热氧化性能不高、脆性大和耐冲击性能差等缺陷^[3]。随着工业生产的发展, 综合性能更好的 TiAlN 薄膜被开发出来, TiAlN 薄膜因具有抗氧化性、高韧性、低摩擦因数、低导热系数、高硬度等优点在高速、高效、高精度等加工技术领域引起了广泛关注^[4-5]。Heo 等^[6]测试并分析了 TiAlN 涂层、TiN 涂层和 TiSiN 涂层的切削性能, 发

收稿日期: 2023-04-20

作者简介: 徐照英 (1981-), 女, 重庆市人, 博士, 副教授。

* 基金项目: 重庆市教育委员科技项目 (KJQN202101303); 重庆市自然科学基金面上项目 (cstc2020jcyj-msxmX0069, 2023NSCQ-MSX0711)